

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公表特許公報 (A)

(11)特許出願公表番号
特表2001-524245
(P2001-524245A)

(43)公表日 平成13年11月27日(2001.11.27)

(51)Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テマコード [*] (参考)
G 1 1 B 7/24	5 2 2	G 1 1 B 7/24	5 2 2 Q
B 4 1 M 5/26		7/004	Z
G 1 1 B 7/004		7/24	5 1 6
7/24	5 1 6		5 2 2 A
	5 2 2		5 2 2 X
審査請求 未請求 予備審査請求 有 (全 46 頁) 最終頁に続く			

(21)出願番号 特願平10-524955
(86)(22)出願日 平成9年12月3日(1997.12.3)
(85)翻訳文提出日 平成11年6月7日(1999.6.7)
(86)国際出願番号 P C T / U S 9 7 / 2 1 0 9 9
(87)国際公開番号 W O 9 8 / 2 5 2 6 8
(87)国際公開日 平成10年6月11日(1998.6.11)
(31)優先権主張番号 6 0 / 0 3 2 , 5 2 1
(32)優先日 平成8年12月5日(1996.12.5)
(33)優先権主張国 米国 (U S)
(31)優先権主張番号 0 8 / 9 4 4 , 4 0 2
(32)優先日 平成9年10月6日(1997.10.6)
(33)優先権主張国 米国 (U S)

(71)出願人 オーエムディー デヴァイセス エルエル
シー
アメリカ合衆国 19805 デラウェア州
ウィルミントン センター ロード 1013
(72)発明者 レヴィッチ、ユージーン ボリス
アメリカ合衆国 10036 ニューヨーク州
ニューヨーク ウェスト 45 ストリー
ト 330 アpartment 9エル
(72)発明者 グルシュコ、ボリス アレクシー
イスラエル国 77480 アシュドッド ロ
ヴァ ギメル メレク レカヴァン スト
リート 20/8
(74)代理人 弁理士 三好 秀和 (外1名)
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 蛍光性光メモリー

(57)【要約】

本発明は、高情報密度で情報を記憶することが可能な活性媒体を実現する蛍光性3次元光メモリーを製造する方法及びこの方法で製造された光メモリーデバイスを含む。本発明に用いられるこの活性媒体は少なくとも2つの異性形態で存在することが可能な材料である。一方の形態から他の形態への転移は、第1のスペクトルを有する「書き込み」用の電磁放射線でこの材料を照射すると実行することができる。同時に、他方の異性形態は、第2のスペクトルを持つ「読み出し」用の電磁放射線でこの材料を照射すると蛍光することが可能である。第1のスペクトルを有する放射線で照射することによって、蛍光が可能な形態と不可能な形態とのどちらかであり得る実質的に同じ異性形態を包含する媒体材料内に基本セルが作成される。情報は、活性媒体内に分布する基本セル内に包含される前述の異性形態の内の1つの形態の活性媒体の量に関連する数値として媒体内に記憶される。

【特許請求の範囲】

1. 情報を記憶する光3次元メモリーを製造する方法であって、以下の主要な一連のステップから成る製造方法。

a) 第1電磁放射の単一ビーム照射において蛍光性である第1形態、前記第1電磁放射の照射において非蛍光性である第2形態のいずれかの形態にある材料から成る活性媒体を含む層で、基板をコーティングするステップであって、一方の形態から他方の形態への転移が、前記第1放射のスペクトルとは異なったスペクトルで規定される第2電磁放射の単一ビームで前記材料を照射することによって可能である、前記ステップ。

b) 活性媒体を含む前記層を前記第1又は第2の電磁放射線で照射し、これによって、前記媒体内のさまざまな位置に分布し、前記材料の前記第1又は第2形態を含み、記録される情報のために割り当てられた複数の基本セルを、前記活性媒体内に生成させるステップ。

c) 活性媒体を含む前記層を保護中間層で覆うステップ。

2. 前記照射が、同じ形態の前記材料を包含する基本セルを前記活性媒体内に生成するように実行され、その量が基本セル毎に変化する、請求の範囲第1項記載の方法。

3. 基本セル内の前記材料の量が、バイナリ符号値をそれぞれが関連する2つの究極値の内的一方に対応する、請求の範囲第2項記載の方法。

4. 前記材料の量がさまざまな数値と関連する、請求の範囲第2項記載の方法。

5. 前記材料が少なくとも2つの異性形態で存在することが可能であり；
前記異性形態の内の1つの蛍光性が前記第1の放射線で照射されると誘導することが可能であり、1つの異性形態から他の形態への転移が前記第2の放射線によって実行可能である、請求の範囲第1項記載の方法。

6. 前記第1の放射線による照射が記憶される予定の情報の読み出しと関連しており、前記第2の放射線による照射が記憶される予定の情報の書き込みと関連している、請求の範囲第1項記載の方法。

7. 前記第2の放射線による照射が、主として蛍光異性形態の前記材料を包含する基本セルを生成することと関連する、請求の範囲第5項記載の方法。

8. 前記第2の放射線による照射が、主として非蛍光形態の前記材料を包含する基本セルを生成することと関連する、請求の範囲第5項記載の方法。

9. 前記層の照射が、事前選択されたパターンに従って前記層の表面上に前記基本セルを分布させるように実行される、請求の範囲第1項記載の方法。

10. 前記照射がマスクを介して前記層の表面全体にわたって実行される、請求の範囲第9項記載の方法。

11. 前記保護層が基板を含み、前記ステップから成る主要シーケンスが、
活性媒体を持つ層を少なくとも1つ得るために少なくとも1回は再開され、前記層が中間層によって分割される、請求の範囲第1項記載の方法。

12. トラックエラー検出と関連する情報パターンを、活性媒体を持つ前記層内に作成するステップを含む、請求の範囲第1項記載の方法。

13. トラックエラー検出と関連する前記情報パターンが、前記第2の電磁放射線によって前記層を照射するのと同時に作成される、請求の範囲第12項記載の方法。

14. トラックエラー検出と関連する前記情報パターンを作成し、これによって、記憶される予定の情報を関連する基本セルから分離する、請求の範囲第12項記載の方法。

15. トラックエラー検出と関連する前記情報パターンが、記憶される予定の情報と関連する基本セルと重ね合うように作成される、請求の範囲第12項記載の方法。

16. 前記メモリーが、活性媒体を持つ複数の層及びこれを分割する中間層を含み、前記中間層が前記第2の電磁放射線に対してはかなり非透過性であり、前記第1の電磁放射線に対してはかなり透過性である、請求の範囲第1項記載の方法。

17. 前記層の内の少なくとも1つが、他の層と関連する活性媒体と異なる

活性媒体を包含する、請求の範囲第 1 項記載の方法。

1 8 . 活性媒体を持つ前記層の厚みが $0.5 \sim 5 \mu\text{m}$ であり、前記中間層の厚みが $5 \sim 100 \mu\text{m}$ である、請求の範囲第 1 項記載の方法。

1 9 . 蛍光セル内外の屈折率が実質的に同じである、請求の範囲第 1 項記載の方法。

2 0 . 活性媒体を持つ前記層が整合した屈折率を有する、請求の範囲第 1 項記載の方法。

2 1 . 活性媒体を持つ前記層の内の少なくとも 1 つが、他の層と関連する吸収スペクトルと異なる吸収スペクトルを有する、請求の範囲第 1 項記載の方法。

2 2 . 前記基本セルが $0.6 \mu\text{m}$ を越えない長手方向寸法及び $3 \mu\text{m}$ を越えない活性媒体を持つ個々の層内の深さ伸長部によって画定される、請求の範囲第 1 項記載の方法。

2 3 . 基本セルが同じ異性形態の前記材料を包含し、その量が基本セルによって変化する、請求の範囲第 1 項記載の方法。

2 4 . 基本セルが同じ異性形態の前記材料を包含し、前記セルが、前記活性媒体の個々の層内のさまざまな深さ伸長部によって画定される、請求の範囲第 1 項記載の方法。

2 5 . 基本セルが同じ異性形態の前記材料を包含し、さまざまな長手方向寸法によって画定される、請求の範囲第 1 項記載の方法。

2 6 . 記憶される予定の情報を担持する前記層がスピンコーティング技法によって形成される、請求の範囲第 1 項記載の方法。

2 7 . 前記中間層がスピンコーティング技法によって生成される、請求の範囲第 1 項記載の方法。

2 8 . 情報パターンを担持する第 1 の層が前記基板上で形成される、請求の範囲第 1 項記載の方法。

2 9 . 第 1 の中間層が、情報パターンを担持している層の頂部上に形成される、請求の範囲第 1 項記載の方法。

3 0 . 情報パターンを担持している第 2 の層が第 1 の中間層の頂部上に形成さ

れる、請求の範囲第1項記載の方法。

31. 前記活性媒体が、有機レーザー蛍光染料及び無機染料を含むグループから選択された少なくとも1つの染料を含む、請求の範囲第1項記載の方法。

32. 前記活性媒体の蛍光量子効率が30～100%の範囲内に存在する、請求の範囲第1項記載の方法。

33. 前記中間層が、UV樹脂、ポジ／ネガのフォトレジスト、PMMA、ポリカーボネート、ポリアミド、ポリステレン及びポリウレタンを含むグループから選択された少なくとも1つの材料を含む、請求の範囲第1項記載の方法。

34. 前記基本セルが、マスクを介してUV放射線に前記活性媒体を露光させる露光技術によって生成される、請求の範囲第1項記載の方法。

35. 記憶される予定の情報を持つ前記層がアドレス検出と関連する情報パターンを含む、請求の範囲第1項記載の方法。

36. 3次元光メモリーであって、

a) 基板と、

b) 単一の第1の電磁放射ビームで照射されると蛍光性となる第1の形態と前記第1の電磁放射線で照射されると非蛍光性となる第2の形態のどちらかで存在する活性媒体材料を包含する少なくとも1つの層であり、1つの形態から他の形態への転移が、前記第1の放射線のスペクトルとは異なるスペクトルによって定められる単一の第2の電磁放射ビームで前記材料を照射する、すなわち、活性媒体を包含する前記層を前記第1又は第2の電磁放射線で照射して、前記媒体内のさまざまな位置に分布しており、また、前記第1又は第2の形態の前記材料を包含する複数の基本セルを前記活性媒体内に作成することによって実行することが可能であり、前記基本セルが記憶される予定の情報に対して割り当てられる少なくとも1つの層とを含み、

c) 活性媒体を包含する前記層を保護中間層で覆うことを特徴とする。

37. 前記メモリーが活性媒体を持つ複数の層及び、これらを分割する中間層を含み、前記中間層が前記第2の電磁放射線に対しては実質的に非透過性であり

、前記第1の電磁放射線に対しては実質的に透過性である、請求の範囲第36項記載の3次元光メモリー。

38．前記層が同じ活性媒体を包含することを特徴とする、請求の範囲第36項記載の3次元光メモリー。

39．前記層の内の少なくとも1つの層が、他の層と関連する活性媒体と異なる活性媒体を包含する、請求の範囲第36項記載の3次元光メモリー。

40．活性媒体を持つ前記層の厚みが0.5～3 μm であり、前記中間層の厚みが5～100 μm である、請求の範囲第36項記載の3次元光メモリー。

41．前記基本セルが前記層の実質的にそれぞれの表面上に分布し、あるパターンに従ってその上に配置される、請求の範囲第36項記載の3次元光メモリー。

42．前記層が整合する屈折率を有する、請求の範囲第36項記載の3次元光メモリー。

43．前記基本セルの長手方向寸法が0.6 μm 以下であり、それぞれの層内での伸長部の長さが3 μm 以下である、請求の範囲第36項記載の3次元光

メモリー。

44．前記層の内の少なくとも1つの層が、他の層と関連する吸収スペクトルと異なる吸収スペクトルを有する、請求の範囲第36項記載の3次元光メモリー。

45．前記メモリーがCD-ROMである、請求の範囲第36項記載の3次元光メモリー。

46．前記メモリーがCD-WORMである、請求の範囲第36項記載の3次元光メモリー。

47．前記メモリーがテープである、請求の範囲第36項記載の3次元光メモリー。

48．前記メモリーがカードである、請求の範囲第36項記載の3次元光メモリー。

49．前記メモリーがシリンダである、請求の範囲第36項記載の3次元光メ

モリー。

50. 前記層がトラックエラー検出手段を備えている、請求の範囲第36項記載の3次元光メモリー。

51. 前記層が、アドレス検出と関連した情報パターンを備えている、請求の範囲第36項記載の3次元光メモリー。

【発明の詳細な説明】

蛍光性光メモリー

発明の分野

本発明はデータの高体積密度でデジタル情報データを光メモリーに記憶することに関する。より特定的には、本発明は、蛍光媒体を用いた光メモリーデバイスを製造する方法及び前述の蛍光媒体を実現する特定の構造に用いる光メモリーデバイスに関する。

発明の背景

コンピュータ、ビデオシステム、マルチメディアなどのデジタル情報を記憶する安価で信頼性の高いメモリーデバイスに対する需要が高まっている。このデバイスは、 10^{11} バイトを越えるデータ記憶容量、高速アクセス時間、高転送速度及び長期安定性を有するのが望ましい。今日、光学的方法と磁気的方法に基づいた利用可能なデジタル情報記憶手段の容量は1平方インチ当たり最大で約 5×10^8 バイトに制限されている。光ディスク及び光磁気ディスク、磁気ディスク及び磁気テープなどの2次元(2-D)メモリーデバイスは周知であり、デジタル情報記憶のためのもっともよく使用されているメモリーキャリアである。光2-Dメモリーデバイスでは、情報は通常は、媒体の厚み、反射率、屈折率又は吸収係数の局所的変化として書き込まれる。光学的方法に基づいた記憶デバイスは、磁気デバイスに比べてコンポーネントや環境に対する要件があまり厳しくないという長所がある。情報を並行に書き込む、すなわち媒体の表面上に情報を同時に記録する可能性は光メモリーキャリアの他の長所であり、これは大量生産にとっては特に重要である。このようなキャリ

アは通常は、読み出し型動作モード(CD-ROM)または追記型(CD-WORM)動作モードに適する光ディスクとして形成される。その既述は例えば、ポールマン(Ken C. Pohlmann)によるコンパクトディスクハンドブック(The Compact Disc Handbook)に見受けられる。

残念ながら、技術上周知の2次元光メモリーデバイスは、その究極的な画素容量が $1/\lambda^2$ のファクタ(ここで λ は現在のレーザーで用いられる光の波長であ

る)によって回折的に制限されるという事実に関連する重大な固有の欠点を有する。容量は、波長の小部分を「超高解像度」にするなどの特殊な対策によってある程度は増大させることができる。しかしながら、この対策を実現するには、非常に精密で洗練された光学的、機械的及び電子的な装置とさらに高品質媒体が必要となり、これによってこの方式が高価で実現性が低いものとなることは明らかである。

3-D光メモリーディスクを作成する主要な努力は、反射ビームの変調に基づいて読み出しがなされるCD/CD-ROMのような光デバイスの開発に向けられてきた。この変調は、CD/CD-ROMデバイスの場合は記録されたパターン(ピット)に対する干渉、CD-Rデバイスの場合は反射率の変化の結果である。1970年代以来電子産業界とコンピュータ産業界によって開発されてきたこの方式と方法の大きな長所によって、安価な光学的キャリアの大量生産技術と、記録されたオーディオ情報、ビデオ情報及びデータ情報も再生のためのピックアップが信頼性の高いものとなる。2-D光メモリーキャリアの容量を改善する周知の方法は、ディスクを2枚以上積層することである。この方式を実現する市販のキャリアはDVDとして知られており、例えばサイエンティフィック・アメリカン(Scientific American)の1996年7月号に既述されている。この方式の欠点は、反射表面間に発生し、読み出しビームと

反射ビームが層を通過して伝搬する際に出力損失を引き起こす多重反射と関連している。別々の層から反射したビームの干渉によって、光収差によるビーム歪みが生じる。この収差は、記憶媒体内の光路が他の平面上の記憶済み情報を読み出すように変更される際に現れる。積層されたディスクを組み立てて収差、バブル、はく離及び混在の影響、を減少させ、これによって積層済みディスクの表面に対して機械的、熱的及び化学的影響がなにもないようするためには、高品質光学的接着剤が必要である。上記の要件のために、市販の多重積層ディスクの情報記憶容量は実際には 10^{10} バイトが上限である。このようなキャリアは各々が2つの情報層を有する2枚のディスクによって形成される。DVD光ディスクは背中同士を張り付けられ、これで約 2×10^{10} バイトという最大総記憶容量を達成す

ることが可能である。

光データ記憶の他の方法は、3次元(3-D)記録に基づいている。3-D記録はデバイスの記憶容量を劇的に増加させることは明らかである。例えば、光媒体の屈折率の局所的変化によって3-D体積記憶に基づいた技術上周知の3-D記録方法がある。バルク媒体に対する3-D書き込みと読み出しが広く報告されている(1970, 1990年、ストリクラー(J.H.Stricler)による、W.W.Webb, 光学Lett. 16; 1996年カワタ(S.Kawata)、カワタ(S.Kawata)による応用光学、35、2475; 1996年、カワタ(Y.Kawata)、ユスケイタス(R.Yuskaitis)、タナカ(T.Tanaka)、ウィルソン(T.Wilson)、カワタ(S.Kawata)、応用光学、35、2466)。このようなデバイスの動作は、光媒体の屈折率の局所的変化の利用に基づいている。これらの屈折率の局所的変化によって、媒体を透過した読み出しビームの偏光の複屈折とばらつきとなる。このばらつきは検出可能であり、バイナリ符号として解釈される。この方式の欠点の1つは信号値が非常に弱く、このため、高出力レーザーと高

感度検出器が必要となる。3-D正規構造の情報キャリアは、透過ビームの非報知的偏光解消と収束ずれを引き起こす巨視的な尺度での複屈折性の材料として動作する。屈折率のばらつきは、隣り合った層での位相変調、回折及び出力損失を引き起こす。透過ビームを測定するには、キャリアの両側部からの2つの光学ヘッド(送信用と受信用)が必要である。この解決策は非常に複雑であり高価である。その理由は、特に、必要とされる光路の変化、媒体の不均一性及びキャリア/ヘッドの移動摂動を考慮しながら、これらのヘッドを回折で制限されたスポットに同時に位置合わせしなければならないからである。データ記録は、レーザーを用いて1ビットずつ連続式にしかできず、したがって、マスク露光技術などの安価な複製方法を実現することは不可能である。固化/重合化プロセスによって、記録手順中での材料の変形が制御できなくなる。それに関連するストレスによって情報歪みが発生しかねない。このように、上記のすべての欠点はこの方式を実際的な3Dメモリーデバイスに変換する際の障害となる。

この分野に関連したさまざまな製品と特許があるが、その例として、ラッセル

(J.Russel) の米国特許第 4, 163, 600 号 ; 第 4, 219, 704 号 ; 第 5, 278, 816 号 ; 及びベスト (M.Best) らによる米国特許第 5, 586, 107 号 ; 第 5, 255, 262 号 ; がある。別々の積層されたディスク、層又は表面から安定そして信頼性高く読み出すために、別々の波長レーザー (フリジーム (Frisiem) らによる米国特許第 5, 526, 338 号) で読み出される異なった反射スペクトルを持った層 ; 1つ1つの層毎に対物レンズを心合わせする方法 (ローゼン (H.Rosen) らによる米国特許第 5, 202, 875 号) ; 異なった層深さに対して同時に達成される球面収差補正 (イマイノ (W. Imaino) による米国特許第 5, 373, 499 号) ; 変更可能な層透

過、反射率及び／又は偏光 (ラッセル (J.Russel) による米国特許第 5, 465, 238 号) ; 特殊ガイド平面を利用したガイドビーム及びスキャン済みビームの光学ヘッド構成 (ホルツラグ (A.Holtslag) による米国特許第 5, 408, 453 号) ; を含むいくつかの方法が開発されてきた。オータ (Ota) の米国特許第 5, 559, 784 号には、機械的な技法、スピンコーティング技法及び露光技術を含むいくつかの非蛍光性多層ディスクの製造方法が開示されている。多層光ディスクの構造体が提案されており、完全に透明な材料内に反射ピットという形態でデータを記録する方法が述べられている。この方式は、反射の減少として記録されるピットを持つ反射層全体を用いる従来の方法より進んでいるように思われる。このような構造体によって、再生可能な多層ディスクを構築できると述べられている。しかしながら、隣り合った層に対する回折及び散乱さらに複屈折がディスク内に存在し、これによって信号体ノイズ比が減少してクロストークを招く。さらに、ピックアップという方式では、キャリアの両側に 2つのレーザー光源と 2つの光学ヘッドを置く必要がある。この解決策は商用デバイス内で実現するにはむしろ複雑で困難である。

干渉／反射率という物理的原理に基づいたすべての多層データ記憶媒体が、高い情報密度を持つ 2つ以上の層を提供することが不可能であるという非常に深刻な欠点を有していることを指摘すべきである。層の数は、記憶域情報密度を希釈することによってしか増加させることはできない。これによって、DVD 容量に

近い多層ディスク容量が制限される。CD/DVDディスク上に記録されたデータは、ピットから反射されたビームとランドから反射されたビーム間の干渉によるデータ層上での反射率の変化として編成される。したがって、信号／ノイズすなわち1と0に対するコントラスト比は自然な理由（光スポット寸法／ピット寸法）によって制限される。層の反射率とさらにこれによる信

号値も、層の数 n と共に $S \sim n^{-2}$ として減少しなければならないが、その一方では、散乱光ノイズはそれに応じて $N \sim n$ として増加し；したがって、信号対ノイズ比は層の数 n が減少するに連れて $S/N \sim n^{-3}$ として減少する。別々の層からの多重反射によって焦点が複数となり、このため明らかにクロストークが増大し信号が減衰する。さらに、寄生反射光及び散乱光から有用な信号光を分離することは不可能である。これらの欠点すべてが、多層データ記憶手段をDVDの発明者と製造者が約束したようにたった2つの層で実現するという実用性を制限する。さらに、射出成形技法に基づいたCD/DVD大量生産技術の大きな長所が、容量が増加した多層ディスクの製造要件を満たすように簡単に変換でき得ることを期待することは困難である。

1980年以来、広く提案されてきた他の代替案としての物理的原理は蛍光現象に基づいたものである。蛍光メモリー記憶手段では、データは発光性物質特性の局所的変化として提示される。この物質は励起（読み出し）波長を持つ放射線で照射され、蛍光信号が他の波長で登録される。簡単なスペクトルフィルタによって、励起放射線のノイズから受光器のところで蛍光信号を分離することができる。蛍光性媒体によるコントラスト比は $10^2 \sim 10^4$ と非常に高い。蛍光性媒体からの読み出しはディスクの傾斜に対して反応しない。データを蛍光的に記憶することには、反射メモリー、屈折メモリー及び偏光メモリーを欠点を克服し、また、既存のCDドライブより原理的には遥かに信頼性が高く簡単で、安価な3-D光記憶媒体及び光学ヘッドを製造する助けとなる多くの利点がある。

蛍光性の原理のあきらかな欠点は蛍光の低量子発生量とピックアップの低カップリング効率にある。

蛍光原理を利用する方法の中でもっとも顕著な方法は、2光子吸収プロセス

に基づいた3-D記憶方法と再書き込み可能光メモリーである。この方式は、2つの異性形態で存在することが可能なフォトクロミック分子を含有する蛍光性媒体を利用する。第1の異性形態Aは蛍光性ではなく；UV放射用の吸収帯域を有し、2つの長波長光子が同時に吸収されると第2の異性形態Bに変換することが可能である。第2の形態Bは、読み出し用放射線の二次調波に対応する吸収帯域を有し、赤外線領域内の読み出し光の2つの光子で照射されると蛍光性を示す能力がある。この方法はレンゼピス (Peter M. Rentzepis) による米国特許第5,268,862号に述べられているが、ここでは、活性媒体として専用のフォトクロミックな材料、すなわち、3-D重合体マトリックス内に保持されているスピロベンゾピランが利用される。

レンゼピス (Rentzepis) の特許に開示されている3-Dメモリーに関連する第1の欠点は、スピロベンゾピラン媒体の使用寿命は、室温では不安定であるために制限されるという事実にある。副次的反応を抑制し、「書き込み」サイクルと「消去」サイクルが繰り返された後で変色する能力が徐々に喪失されるものとして定義されるいわゆる疲労を最小化するために、非常な低温 (-78°C) で記憶するのが望ましい。第2の欠点は、2つのビームが λ^3 (約 $1\mu\text{m}^3$) のオーダーの寸法を持つ非常に小さい領域で交差されるはずの2光子吸収プロセスで媒体に情報が書き込まれるという事実に関連している。この媒体は赤外読み出し用の2つの交差した放射ビームで照射すべきである。この要件を満足するために、各ビームはピコセコンド、さらにフェムトセコンド台の光のパルスで励起して、書き込みサイクルと読み出しサイクルにとって十分な強度を保証する必要がある。この必要とされる強度は約 $10^{10}\text{W}/\text{cm}^2$ である。レンゼピス (Rentzepis) 特許で言及されているピコセコンド/フェムトセコンド・レーザーはTi:サファイアレーザーとNd:YAGレーザーであり、

これらは高価なデバイスであり、安価でコンパクトなメモリのセットアップとすることは不可能である。

また、2つの交差ビームで照射するには、この2つのビームパルスが空間的にも時間的にも適切に重ね合うことが確実となるように時間的に同期させる必要が

あることを認識すべきである。実際問題として、 $1\mu\text{m}^3$ （さらにキャリアの約 10^{10} 個の画素を越える）という領域内にある2つのピコセコンドビームパルスの重ね合わせを可能とする光学系は未だ入手不可能であり、したがって、2光子吸収方法をレンゼッピス（Rentzepis）が提案したような形態で実用的に実現することは今のところ疑問である。

レンゼッピス（Rentzepis）特許で開示されている3-Dメモリーに関連する他の問題は、情報を1ビットずつディスクに書き込むのに必要な時間量である。必要時間は約 10^5 秒すなわち25時間を越え、これは実現可能な情報書き込み速度が 10^6 ビット/秒で、ディスク容量が10Gバイトとなる。これでは明らかに、この開示の2光子吸収方法は、大量生産した場合でも非常に高価なものになってしまう。

結論として、技術上周知の情報の3-D記録とこれに基づく光メモリーにもかかわらず、この方法は可能性のある方法とは思われず、また産業的に実現するのに適しているとも思われないと総括される。

2-Dや3-Dの多重データ層蛍光媒体構造体とこのような媒体を製造する方法を既述している特許がいくつかある。

多層光メモリー構造体という概念を述べている第1の特許はラッセル（Russell）に対して発行された米国特許第4,090,031号であり、ここでは、データの再生のために蛍光性媒体を用いる可能性が簡潔に言及されている。しかしながら、我々の発明とは対照的に、この特許では、複数のデータ

層は隔離されておらず、このため、異なった蛍光材料で構成しなければならない。さらに、この特許ではトラック幅と光スポット幅が等しくなければならない。この特許は多層メモリーには必須である情報層構造体には言及していない。さらに、このようなメモリー製造のための方法にも、このような構造体からデータを選択的に再生することを可能とする適切なピックアップのための動作や設計の原理にも言及していない。これは、層間のクロストークの問題と適切な選択手段の問題が解決すべき大問題である多層メモリーにとっては特に重要である。結論として、この特許は蛍光性3Dメモリーを製造する実際的な方法を開示していない

ミヤデラ (Miyadera) の特許第JP05-2768号では、2つのデータ層から成る光学的記録媒体が述べられている。これらの記録層は、オーバーラップする吸収帯域と蛍光性帯域を持たない2つの異なる色蛍光物質を包含している。これによって各層を個別に読み出すことが可能となるが；これには複雑な光学ヘッドと複雑な（もし可能としたらの話だが）製造プロセスが必要である。この製造方法は述べない。

チクマ (Chikuma) の米国特許第5,063,556号では、単層情報パターンが透明物質と反射性層間にある蛍光性材料のアイランドから形成されている。この構造体は、その層が透明でないため多層ディスクには適さない。その上、このような蛍光性のアイランドを形成する方法が述べられていない。

発明の目的

本発明の目的は3-D光メモリー及び3-D蛍光性光メモリーキャリアの製造方法、すなわち、技術上周知の解決策と関連する上述の欠点とその固有の利点を喪失することなく十分減少される方法を提供することである。

特に、本発明の第1の目的は、2つの交差レーザービームによって媒体を2光子照射する必要なく書き込みサイクルと読み出しサイクルの双方を可能とする蛍光性物質を実現することによって3-D光メモリーを製造する新規で改良された方法を提供することにある。

本発明の第2の目的は、入手可能な低出力ダイオードレーザーによって容易に実行可能な単一光子照射を利用する、3-D光メモリーキャリアを製造する新規で簡単な方法を提供することである。

本発明のさらなる目的は、媒体の全表面にわたって同時に並行に2次元書き込みを可能とする3-D光メモリーキャリアを製造する新規で効果的な方法を提供することにある。

本発明のさらなる目的は、低温での記憶動作を必要とせず、多くの読み出しサイクルにわたって残っている向上した記憶容量を有する新規で改良された3-D光メモリーを提供することにある。

本発明のさらなる目的は、回折制限された体積（画素又はビット）の蛍光性媒体に可変量の情報ビットを記録することによって記憶容量が向上した新規な３－Ｄ光メモリーを提供することである。

発明の概要

本発明の上記の目的及び他の目的は、そのさまざまな実施形態を参照して、その本質的な特徴の組み合わせに従って達成することが可能である。本発明は、高情報密度で情報を記憶することが可能な活性媒体を実現する蛍光性３－Ｄ光メモリーデバイスを製造する方法及びこの方法で製造される光メモリーデバイスを含んでいる。本発明に用いられるこの活性媒体（活性媒体）は少なくとも２つの異性（アイソメリック）形態で存在し得る材料である。一方の形態から

他方の形態への転移は、第１のスペクトルを有する「書き込み」用の電磁放射線でこの材料を照射すると引き起こすことができる。同時に、他方の異性形態は、第２のスペクトルを持つ「読み出し」用の電磁放射線で照射することによって蛍光させることができる。第１のスペクトルを持つ放射線で照射することによって、実質的に同一の異性形態を含有する基本セル（エレメンタルセル）が媒体材料内に生成される。この同一である形態は、蛍光可能形態、不可能形態のいずれであってもよい。情報は、この媒体内に、活性媒体内に分布された基本セル中に含まれている一方の異性形態の量と関連した数値として記憶される。本発明においては、媒体において特定の形態の量を変化させることができ、これによってまた、この量と関係した前記数値を変化させ得るのである。基本セル内の異性形態の量は、セル内の分子の量に依存する分子濃度によって、或いはセルの寸法によって定義することが可能である。このセルの寸法は、照射放射の回折によって制限される。このセルの屈折率は情報層の屈折率と等しく；したがって回折は最小化される。記憶された情報は、「読み出し」用の放射線で活性媒体を照射することによってメモリーデバイスからピックアップすることが可能である。この放射によって一方の異性形態から蛍光が引き起こされ、媒体材料と相互作用せず、歪むことなくすべての多層構造体を通過する誘導された蛍光放射線の量を登録しておくことによって記憶済み情報を読み出すことができる。媒体の厚みや蛍光層

の量とは無関係に、蛍光放射の際にノイズやクロストークが引き起こされることはない。「書き込み」用または「読み出し」用の電磁放射線による照射は、書き込みサイクルか読み出しサイクルのどちらかに必要な異なった出力及び／又はスペクトルを持つ波長を有する1つのレーザービームによって行われることが可能である。簡単案解決策では、書き込み放射と読み出し放射は1つの波長でも十分に実行することが可能である。

基本セル内の蛍光性分子の濃度は、いくつかの方法で「書き込み」用放射線で照射している間に变化され得る。第1の方法は、媒体材料中の蛍光性分子の濃度を増加させることに基づいているが、これは次の判定基準を満足しなければならない。第1の異性形態Aを持つ媒体材料は「書き込み」用放射線に対する強力な吸収能力を持たなければならない、これによって第2の異性形態Bに変換されなければならない。第1の異性形態Aは「読み出し」用放射線で照射された場合に蛍光すべきではない。形態Aの濃度は、情報がなにも記憶されていない場合は形態Bの初期濃度より実質的に高くなければならない。第2の形態Bは、書き込み用放射線で照射されても比較的安定でなければならない、その吸収力は低くなければならないが；蛍光前は読み取り用放射線の吸収能力は高くなければならず、さらに、照射されたら蛍光を示すことが可能でなければならない。

基本セル内の媒体材料の濃度を变化する第2の方法は、書き込み用放射線で照射されたら蛍光性分子の濃度が減少するという事実に基づいている。この場合、分子とは読み取り用放射線で照射されると蛍光し、媒体中に初期に存在するものである。このような分子の濃度は、放射線に暴露されたある基本セル内の媒体材料を脱色させるような高出力又は短波長を持つ書き込み用放射線で選択的に照射している間に減少する。この「書き込まれた」構造体は、もはや蛍光性でない高濃度の媒体材料を包含する複数の基本セルから成っている。他の「書き込まれた」構造体は同じプロセスで得ることが可能である。この構造体は、高濃度の蛍光成分子を持つ基本セルを包含している。このセルは、もはや蛍光性でない媒体材料の領域で囲まれている。第2の構造体は3D蛍光メモリーにとっては望ましいものである。

本発明に従って製造される蛍光3D光メモリーデバイスは、例えば光ディス

ク、光メモリーカード、光メモリープレート、光メモリーテープ、光メモリードラム(シリンダ)などのどの入手可能な形態でも実現することが可能である。しかしながら、説明を簡単にするため、本発明のさらなる開示では光ディスクだけを参照する。

情報は、増加又は減少した蛍光異性形態量として基本セル内に記録されて記憶され、それに応じて、増減した可変蛍光性量を発生することが可能である。基本セルは隣り合ったトラックに沿って置かれるが、これらのトラックは多層の「サンドイッチ」構造体内で平行な層に編成することができ、これによって、記憶容量の増した3-Dメモリーデバイスとなる。単一層又は多層の構造体は支持基板上に固定され、保護層で覆われる。多層構造体内の隣り合った層同士は活性媒体を持たない中間層によって分割される。

本発明によれば、1つの層中に情報を記憶する、書き込み用放射線で照射する方法が2つある。第1の方法は記憶済み情報を含むディスク、いわゆるCD-ROMタイプのディスクの大量生産に適している。情報はこのディスクに、層表面全体を同時に選択的に照射することによって書き込まれる。これは、利用可能な微細露光技術で製造されたマスクを介して媒体表面を照射することによって実行することが可能である。このマスクは、コンパクト・ディスク/デジタルビデオディスク製造用装置、いわゆる「レーザービーム記録装置」を用いて製造することが可能である。この事前マスタリング済みマスクは所望の層パターンを有している。このマスクは、サブミクロン台の分解能を持つ対物レンズを用いて層に投射された短波長放射線で照射される。このマスクはホログラフ式でもよく、投射用対物レンズを用いることなくマスクに対して必要な距離(10~200 μm)のところに所望のパターンを持つ層を提供する。1セットのマスクが多層ディスクを製造するために使用され得る。各「書き込ま

れた」層は、読み出し用放射線と蛍光放射線のための透明の層間材料で覆われる。しかしながら、書き込み用放射線に対しては透明ではない。この蛍光層の厚み

は $0.5 \sim 3 \mu\text{m}$ であるのが望ましく、中間の非蛍光層の厚みは $10 \sim 100 \mu\text{m}$ であるのが望ましい。

これらの層は 1 つ 1 つマスタリングされ、各照射ステップの後に中間層によって情報層がコーティングされ、次に、次の照射ステップの準備ができた媒体材料を含む新しい層でコーティングされる。隣り合った層の屈折率を整合させてその間で干渉による影響を防止することが望ましい。層間材料は、書き込み用放射線を強力に吸収して、その強度が層間材料を通して書き込み用放射線が伝搬する間に減少し、これによって、すでに書き込まれている情報が劣化しないことを保証するような適当な材料であればどれでもよい。

情報層は自身の透明基板上で個別に製造することが可能である。この基板の厚みは約 $10 \sim 200 \mu\text{m}$ である。「書き込み済み」情報層を持つ基板は薄い保護透明コーティングで覆って、次に一緒に固着させ、これによって多層蛍光性ディスクを形成することが可能である。

書き込み情報で照射する第 2 の方法は、書き込み用放射線の発生源にもっとも近い第 1 の層から開始して媒体材料を選択的に 1 点ずつ照射する動作に基づいている。この場合、中間層内にある材料は書き込み用放射線に対して透明でなければならない。第 1 の蛍光層の平均透過率は情報が記録された後では増加し、第 2 の情報層内での書き込みが影響されることがある。WORM（追記型）光メモリーディスクはこのようにして製造することが可能である。

第 1 と第 2 の照射方法を組み合わせることによって、双方のディスクの長所を有するディスク、すなわち、第 1 の層内に情報を包含している、製造者によってすでに記録済みで、しかも、ユーザー自身による情報の記録のための残り

の層内の記憶容量を有するディスクを製造することが可能となる。

本発明によれば、さまざまな吸収スペクトルを有するさまざまな媒体材料を用いてディスクを設計することが可能である。さまざまな媒体材料を用いることによって、異なる吸収スペクトル及び／又は蛍光スペクトルを有する層を用いることが可能であり、これによってさらに、情報密度を増加させることが可能であり、したがってディスクの記憶容量を増加させるだろう。記憶容量の増加は使用さ

れている異なったスペクトルの量に比例する。異なった吸収スペクトルを持った媒体材料を用いる他の長所は、1つのスペクトル範囲で動作する蛍光層同士間の間隔を増加させ、したがって、隣り合った層からの外乱を減少させることによってより信頼性の高い読み出しが達成できることにある。

上に説明した書き込み方法は、初期に非蛍光性である媒体材料によってまたは初期の蛍光性である媒体材料によって実現することが可能である。したがって、初期に非蛍光性である材料を照射するマスクのパターンは、初期に蛍光性である材料を照射するために使用されるマスクのパターンのネガでなければならない。

光メモリーデバイスで重要な問題は方位付け（追尾）サポート手段である。本発明に従って製造される3-D光メモリーデバイスの場合、従来の「ランドと木立」（lands and groves）方式を用いることは、製造プロセスを複雑なものとするので推奨されない。ここでは、媒体材料の蛍光性を利用してサポート追跡手段を作成する、すなわち、記憶予定の情報に対するのと同じように記録するトラックを作成することを提案する。追尾サポート手段のパターンはさまざまな方法で達成される。例えば、基本セルから分離されるように、またはこれらと重ね合わされるように、情報層内に記録されている蛍光材料の螺旋又は同心円ラインの組み合わせとして形成することが可能である。また、基本セル

自身を追尾サポート手段として用いることが可能である。この目的のために、セル同士間の間隔は隣り合ったトラック同士間の間隔より短くなければならない。後者の方法は基本セルが等間隔で置かれており、各セルが多くの情報ビットを包含しており、その数値がセル内の蛍光分子の量と関連している場合には特に適している。上記のパターンはすべて、追尾サポート手段が、ある空間周波数で中心線から変位（揺らぎ）しているような状況に適用可能である。この空間周波数（空間変調）は、情報がデジタル符号に変換される以前でさえも、ディスクから情報を読み出している間に変調済み電気信号に変換することが可能である。発生されたこの電気信号を用いてディスク上でのピックアップ位置を定義することが可能である。

上述の製造方法によって、100個以上の蛍光層を持った読み出し可能な多層

蛍光ディスクを生産することが可能である。このようなディスクの情報容量は約 10^{12} バイトに達することが可能である。

本発明に従って製造可能な、実行性のある代替タイプの 3-D 光蛍光性メモリーデバイスには、光プレートや光カードなどのキャリアがある。これらが既述の多層メモリーディスクと異なる点は、キャリアの幾何学的形状、ドライバのメカニズム及びキャリアに対するピックアップ用ヘッドの位置決め方式である。それでも、記憶済み情報を持った層の構造体は多層ディスクを参照した上記のものと同一となることがある。

本発明をそのさまざまな実施形態という形で簡単に要約しただけである。本発明とその長所をさらに理解するために、添付図面を組み合わせるその実施形態の説明を次に参照する。

図面の簡単な説明

図 1 と 2 は、3-D 光メモリーデバイスで使用するに適するさまざまな媒体材料の吸収スペクトル (ABSORPTION SPECTRA) と蛍光スペクトル (FLUORESCENCE SPECTRUM) の略図であり；

図 3 は、活性媒体の層の表面上での基本セルの分布の図であり；

図 4 は、活性媒体の表面上での基本セルの望ましい分布パターンの図であり；

図 5 は、1 点ずつモードで実行される媒体の照射を示す図であり；

図 6 は、媒体表面全体にわたって実行される媒体照射の略図であり；

図 7 は、2 つの究極のバイナリ値の内的一方に対応して関連する蛍光異性形態の量が高い又は低い基本セルの媒体内での分布を示す図であり；

図 8 は、さまざまな数値に関連する蛍光異性形態の量が変化する基本セルの媒体内における分布の略図であり；

図 9 は、本発明による多層ディスク構造体として実現された 3-D 蛍光光メモリーデバイスの略図であり；

図 10 は、図 8 に示す多層構造体の製造方法の図であり；

図 11 は、中間層で分離された活性な蛍光媒体を持つ層から成る多層ディスクとして実現された 3-D 蛍光光メモリーデバイスの略図であり；

図 1 2 は、異なった活性媒体を持つ層から成る多層ディスクとして形成された本発明による 3-D 蛍光光メモリーデバイスの略図であり；

図 1 3 は、本発明によって付着された 2 つのディスク(DISK 1,2)として形成された 3-D 蛍光(FLUORESCENT)光メモリーデバイスの代替実施形態の図であり；

図 1 4 は、本発明による両面ディスク(SIDE 1,2)として形成された 3-D 蛍光光メモリーデバイスの更なる実施形態の図であり；

図 1 5 は、基本セルから分離された追尾サポート手段の分布パターンの略図であり；

図 1 6 と 1 7 は、基本セルとオーバーラップされた追尾サポート手段の異なる分布パターンの図であり；

図 1 8 は、3 D 蛍光メモリーデバイスの読み出し装置の略図である。

好ましい実施形態の説明

図 1 を参照すると、同図には、本発明による 3-D 光メモリーデバイスに適した媒体材料の吸収スペクトルと蛍光スペクトルの略図が示されている。この材料は、どちらかが蛍光性である異性形態 A (FORM A) と B (FORM B) で存在可能であることが示されている。一方の異性形態を他方に転移させるためには、ほぼ紫外線 (UV) スペクトルすなわち可視スペクトルの短波長電磁放射線 (RADIATION WAVELENGTH) が必要であり、一方、これら異性形態の内的一方内に蛍光性を誘導するためには、ほぼ可視のスペクトルすなわち赤外線 (IR) スペクトルの長波長電磁放射線が必要であることが分かる。

図 2 には、他のタイプの媒体材料の吸収スペクトルと蛍光スペクトルが示されている。これらもまた、本発明による 3-D 光メモリーデバイスに適しているが、前述の材料は一方の蛍光異性形態内にしか存在しない。蛍光性は、可視スペクトルすなわち赤外線スペクトル内の長波長電磁放射線によってこの形態に誘導することが可能である。この材料に紫外線スペクトルすなわち可視スペクトル内の短波長電磁放射線を照射することによって、この材料を他の非蛍光形態に変換することが可能である。さらなる検討では、活性媒体内に蛍光性を誘導する電磁放射線は第 1 の放射線すなわち「読み出し」用放射線と呼ぶ。同じ媒体材料を異性

形態間で転移させる又は蛍光形態を非蛍光形態に変換する電

磁放射線は第2の放射線すなわち「書き込み」用放射線と呼ぶ。3-D光メモリーで用いられる適切な媒体材料はここでは、単独で取り出した場合に誘導蛍光性を示すことが可能な化学的物質又は、例えば重合体マトリックスなどの適切なマトリックス内に分布し保持されている物質のどちらからである。

2つの交差収束されたフェムト秒/ピコ秒の高出力レーザービームで照射する必要があるこれまた蛍光媒体材料を実現する先行技術による3-Dメモリーデバイスとは対照的に、本発明に従えば、低出力ダイオードレーザーで発生されたたった1つの電磁放射線で媒体を照射するだけで十分である。活性媒体の非蛍光異性形態から蛍光異性形態への不可逆的変換はこの活性媒体の薄い層を1つの低出力レーザー放射ビームで照射することによって達成されることが実験的に分かっている。また、この変換が1光子吸収プロセスによって引き起こされることも分かっている。本発明によれば、この好ましい放射線範囲は350～700nmである。

また、媒体材料を1つの低出力紫外線すなわち可視放射線で照射する動作は、蛍光異性形態の分子を包含している複数の基本セルとして層内に分布する蛍光異性形態を生成することによって遂行されることも分かっている。これらの基本セルの寸法は、照射中に活性媒体が露光されるビームスポットの寸法に対応する。図3を参照すると、第1の、望ましくは赤外線電磁放射線で照射されるとその一方が蛍光性となる2つの異性形態で存在し得る活性媒体を持つ動作層2でコーティングされた基板すなわちベース層1から成る3-D光メモリー20の好ましい実施形態の内の1つが示されている。蛍光形態の分予は、第2の、好ましくは紫外線電磁放射線で層2が照射されると基本セル内に集中する。

上述の第1と第2の放射範囲に適合する適切な吸収スペクトルを有する媒体材料の1例として、2,3-ジメチル-1,3-ジフェニル-5,12-ナフ

タセンキノンとピロリジンを包含するポリメチルメタクリレートが挙げられる。

基本セル内の蛍光異性形態の量は第2の放射線の量に依存する；言い換えれば

、露光時間及び／又はその強度に依存する。これらの要因を変化させることによって、各セル内の同じ異性形態の量、したがってこれに関連する情報を制御することが可能である。第2の放射線の量を適切に選択することによって、基本セル内の蛍光異性形態の量が2つの究極値の内のどちらか一方である、すなわち複数の数値の内の1つであるように保証することができる。第1の場合、基本セル内の蛍光媒体量を示す2つの究極値はバイナリ値に関連している。第2の場合、蛍光形態の可変量は連続した数値と関連している。活性媒体内に情報を連続した数値として記憶できるという機能によってこのようなメモリーデバイスの記憶容量が拡張される。

他の好ましい実施形態では、この活性媒体は、第1の放射線で照射されると蛍光性になる、一方の異性形態でしか存在し得ない材料から成る。その中に情報を記録するために、媒体は第2の放射線で照射して、非蛍光形態すなわち散乱状態に変換したことによる局所的な「脱色」を引き起こす。前の場合のように、媒体を他の量の第2の放射線で照射する動作は、異なった量の蛍光形態を包含する基本セルを作成することによって遂行される。蛍光性媒体の全体量、したがってこれと関連する情報の全体量は残っている蛍光形態の量に対応する。以下に、適切な媒体材料をどのように作成するかを説明する。

情報担持材料は蛍光染料、溶剤、宿主材料及び感光性成分の混合物である。この蛍光染料は次のものの内の1つである：カルバジン122，ピリジン1，ナイルブルー、DQOCI、ローダミン6G、ローダミン800，DCI-2，スチリル6，オキサジン750，DTDCI，フェノキサゾン9。この染料の名称はラムダ・フィジックス社 (Lambda Physics) のラムダクローム・レー

ザーダイ (Lambdachrome LaserDyes) による。これらリストアップされた染料は、DVDピックアップで使用されるような、630～650nmレーザーダイオードで励起するのに適している。より長い波長のダイオードでは、より長い波長の染料が必要となる。ローダミン6G、ローダミン800，オキサジン170，オキサジン1，オキサジン750が試作実験で用いられた。

短波長で励起する際には短波長染料（青と緑を励起する）が利用される。この

励起は、現在のところ青／緑の高密度ディスクに対してもっとも経済的で信頼性の高い解決策である発光ダイオード（LED）及び／又はランプを用いて励起することが可能である。

適切な溶剤は、染料と宿主材料（ホスト材料）の溶解度さらに宿主材料の粘性に応じて、アセトン、nヘキサン、エタノール、プロパノール、トルエンなどがある。この混合物の粘度及びそれによってもたらされる蛍光層の厚みは、混合物中の溶剤の量によって異なる。ここに名前を挙げた溶剤は実験で用いられたが、アセトンを包含する混合物の利点を示した。

宿主材料は染料と相互作用して、吸収放射から蛍光への効率的な変換をもたらす。これは、蛍光成分が空間的に分離しているため、励起中心と非励起中心の反応が防止されて、スペクトル線が狭まり、励起状態の有効寿命が増加し、セクション間転移が強化されるためである。用いられる宿主材料の例には、フォトレジスト、アクリルラッカー、紫外線接着剤、光重合体がある。層が1層毎に分離されて製造されたときと、多層蛍光ディスクが1セットの両面層蛍光シートから製造されたときに、蛍光染料抜きと同じ材料を用いて多層蛍光ディスクを結合した。

感光性材料は、高い感度と現像特性を提供する高速光子重合体である。この感光性材料もまた、紫外線照射下で、遊離基を生成し、この基が染料と相互作用

用して結局、染料を脱色する。

第2の「脱色」用の電磁放射線は、ディスク製造中にディスクの全領域にわたって書き込む場合は350～550 nm範囲内に存在し、ユーザー情報を記憶するためにディスクドライブ中に1つのレーザービームを用いて書き込む場合は500～800 nm範囲内に存在すれば本発明の長所が生かされることが分かった。

図4を参照すると、基本セル3の媒体表面上での分布パターンと基本セルの寸法が示されている。セルがトラックを形成する同心円又は螺旋に沿って複数行に分布するように形成されている小さな「ピット」として形成されることが望ましい。同心円の行又は螺旋状回転は約1500 nm(トラックのピッチ)という距

離 T_p だけ互いに分離している。基本セルの長手方向寸法 L (行に沿った延長部) は、「読み出し」に用いられる情報符号化方法によって $0.4 \sim 4 \mu\text{m}$ となる。基本セルの横断方向寸法 T (行を横断する延長部) は約 $0.5 \mu\text{m}$ である。深さの寸法 (活性媒体を持つ層内の延長部) は約 $3 \mu\text{m}$ である。トラックピッチ T_p が長手方向寸法 L の平均値の約 $2 \sim 3$ 倍を越えると本発明の長所が生かされる。隣り合ったセル同士間の中心から中心で測った距離は約 $1 \sim 2 \mu\text{m}$ である。

このような多層構造体を読み出すためには、蛍光形態の分子を包含しているセルが層の総面積のたった $10 \sim 20\%$ を覆い、一方層の残りの $80 \sim 90\%$ が透明であることが望ましい。同じ理由で、セル中への読み出し用ビームの吸収は $5 \sim 30\%$ の範囲内にあるべきである。その結果、非収束ビームの場合の情報層の吸収率は $1 \sim 10\%$ でなければならないが、これはセル中への収束ビームの吸収率より桁違いに低い。吸収された読み出し用放射線のかなりの部分が読み出し用ビームの焦点のところに存在するセル中にある。吸収された読み

出し用放射線のあまりかなりでない部分は読み出し用ビームの焦点からはずれた複数のセル内にあり、この部分はすべてのセルにわたって分布している。その結果、読み出し用ビームの焦点内の蛍光性は読み出し用ビームの焦点からはずれているそのセルの蛍光性より遥かに強い (約 10^3 倍)。この開示構造体によって、 100 個以上の層から成る蛍光メモリーデバイスの個々のセルを読み出すことが可能となる。非収束スキャニング顕微鏡の読み出し原理を利用して、このような構造体を読み出すことが可能である。その上、計算値と実験結果は、非収束アパーチャの寸法はかなり簡略化できることを示した。

第2の放射線によって情報を読み出す2つの異なった方法を図5と6に示す。図5では、低出力ダイオードレーザー (図示せず) によって発生された1つのレーザービーム SLB が選択済みの位置4で収束されている。基本セルはこの露光された位置で生成され、実質的に同じ形態の媒体を含んでいるが、この媒体は、媒体材料と照射用放射線のスペクトルによって蛍光異性形態か脱色済み非蛍光形態化のどちらかである。位置4を照射したら、単一レーザービーム SLB は適切な駆動手段 (図示せず) で他の位置に移動して、層表面の他の選択された位置を

照射する。その結果、層の全表面は、レーザービームのポイントツーポイント・パターン移動に対応するある種の事前選択済みパターンに従って分布している基本セルで占有される。

図6に、媒体表面を照射して、同じ形態の媒体材料を包含する複数の基本セルを同時に生成できる他の可能性を示す。この場合、同じ平面上にある複数の平行単一ビームから成るコリメートされたレーザービームCLBは対物レンズOLによって適切なマスク（図示せず）から層2の表面5に放出される。このマスクによって層表面での照射用放射線の分布が画定され、このため、層表面のいくつかの位置だけが照射用放射線に露光される。照射中に基本セルが生成

されて、マスクパターンに従って層表面上に配置される。マスクと対物レンズの機能は1つの光学素子、すなわちホログラフマスクによって実行可能であることを認識すべきである。このホログラフマスクだけで、コリメートされたレーザービームを層表面のところで所望の照射用放射線分布に変換する。基本セルは、ホログラフマスクを製造する際に用いられたパターンに従って層表面上に配置することが可能である。

どちらの場合も、1つの形態から他の形態への転移は第2の放射線によって誘導された1光子メカニズムによって引き起こされる。

図7を参照すると、感光媒体を「書き込み」用放射線又は「脱色」用放射線での選択的照射の後に、初期に存在する異性形態（それぞれ非蛍光性又は蛍光性）を包含する未露光位置6を散在させる同じ異性形態（それぞれ蛍光性又は非蛍光性）を一般的に包含する1連の基本セル3が生成されることがこの略図に示されている。このような媒体内に記録された情報はバイナリ値で提示されることが分かる。このような値の1つは基本セル3内での蛍光形態又は脱色形態と関連しており、他のバイナリ値は未露光位置6内の脱色済み異性形態又は蛍光異性形態と関連している。

このように、異なったスペクトルの第2の放射線を用いること及び／又は異なった露光時間を用いること及び／又は異なった強度の第2の放射線を用いることによって、個々の基本セル内で生成される媒体の形態の量を制御することが可能

である。

図8を参照すると、層2を第2の放射線で照射された後に、さまざまな濃度／量の蛍光異性形態形態又は脱色済み非蛍光形態を包含する基本セル3、3'、3''及び3'''が生成される様子が示されている。これらのセルには、非蛍光形態又は蛍光形態の媒体を包含する未露光／露光位置6が散在している。情報層

の選択された領域の照射の後に、蛍光セルが非蛍光層内で発生するか又は非蛍光セルが蛍光層内で発生するかのどちらかであることが明らかである。

異なったセル内で生成された可変量の特定の形態を異なった数値と関連付けることが可能である。媒体内に記録される情報の量は、情報がバイナリ値でしか提示されなかった以前の状況と比較してかなり増加することが容易に認識されよう。

本発明によれば、書き込み用放射線での照射が、開口数が約 $NA = 0.5 \sim 0.9$ である対物レンズを介して実行されると情報記憶密度を非常に高くすることが可能である。このような高い開口数の値は、基本セルの回折制限された寸法が書き込み用放射線の波長と同等であるように保証するためには必要な値である。高い開口数を持つ対物レンズを用いる他の利点は、収束された放射線のウエスト長が小さいことである。上記の開口数を持つ対物レンズを介して照射が実行されるために、記録済み情報を記憶している活性媒体を持った層の厚みが非常に薄いものと保証することが可能である。実際には、この厚みは約 $0.5 \sim 3 \mu m$ 以内に抑えることが可能である。

本発明の実際上の実現例を図9～14に示す。

蛍光3D光ディスクを次のように製造すれば本発明の長所が生かされる：プラスチック製ディスク又はガラス製ディスク7を多層構造体の基板すなわちベースとして使用する。ベースディスクの厚みと直径は入手可能な光ディスクのそれ、例えば120mmの直径と1.2mm未満の厚みに対応していなければならない。多層構造体は、1層ずつ連続して基板上に形成される。基板は、高品質光学材料から成る透明な非蛍光層8で従来の技法によって覆われる。層8の厚みは10～50 μm の範囲、できれば15～30 μm であれば望ましい。小の層に対する適

切な材料は、光ポリカーボネート、光ポリイミド、光シリコ

ン接着剤、光UV接着剤又は光ラッカーなどの光重合体でよい。適切な光重合体の例としては、Bayer AG社のMacron®CD2005/MAS130, Macrolon®DP1-1265, Macrofol®DE1-1、Rogers Corp. のDuramid®、GE PlasticsのUltem®, AmocoのAI-10®などがある。

透明な層は、蛍光媒体材料から成る第1の層Aで覆われる。この層の厚みは0.5～3μmである。蛍光層の適切な材料として層8と同じ光重合体—ただし、例えば上記の蛍光染料などの蛍光性添加物が内部に分布している—光重合体を用いてもよい。

蛍光層の屈折率が透過層8の屈折率と整合していれば本発明の長所が生かされる。第1の蛍光層はマスクを介して第2の放射線で照射される。また、マスクがホログラフのマスクであれば本発明の長所が生かされる。この場合、マスクは蛍光層の近くに置かれる。マスクが振幅マスクである場合、放射線光源と投射レンズの間に置くべきである。どちらの場合も、第2の放射線の所望の分布は蛍光層の表面上で提供される。第2の放射線を蛍光層内に分布すれば本発明の長所が生かされる。情報を記憶した基本セル3が照射されると形成される。これらのセルはマスクのパターンに従って層上に配置される。例えば、このマスクは、事前マスターリング済みマスクを利用した利用可能な非接触式露光技術によって層表面上に投射することが可能である。1つのマスクを多くのディスク製造用に用い、これによって製造コストを削減すると本発明の長所が生かされる。情報を効果的に書き込むには、蛍光媒体材料の平均吸収率の読み出し波長での値は書き込み前で約10～60%であるべきであり；蛍光層の平均透過率の読み出し波長での値は約90～99%であるべきであることが明示的に分かった。

照射後は、第1の蛍光層Aは、第1の非蛍光層8と同様に堆積される第2の非蛍光層Bによって覆われる。第2の非蛍光層Bは、層Aが放出した蛍光に対して

透過性であるが、第2の放射線に対しては非透過性であるのが望ましい。蛍光層と非蛍光層の平均吸収率の書き込み用波長での値は約90～100%であれば本発明の長所が生かされる。

層上に次にB層に堆積される層は第2の蛍光層Aであり、これは第3の非蛍光層B（図示せず）で覆われるが、このシーケンスは、記録される予定の情報の総量によって必要とされる回数だけ反復される。最後の非蛍光層は、機械的及び／又は環境的損傷に対する保護層（図示せず）で覆われる。

図10と11を参照すると、書き込み用放射線WRによる情報の記録動作が連続的に実行される、すなわち、情報が、下の層にすでに記録された後で始めて現行の層に記録される様子が示されている。

このようにして、上記のステップのシーケンスを利用して、多層の「サンドイッチ」構造体として形成される3-Dメモリーデバイスが得られる。この構造体は、記録済み情報を担持し、複数の中間非蛍光層Bで分割されている複数の蛍光層Aから成る。この中間層は、上側の層への記録中に下側の層で情報が劣化することを防止するために「書き込み」用放射線の吸収力が強くなっている。

各中間層は事実、これ以上蛍光層が必要なければ、次に上に配置される蛍光層に対する基板又は保護層と考えることができる。このように、構造体全体が、次に示す主要なステップシーケンスを反復することによって得ることが可能である。

- (1) 活性媒体を包含している層で基板をコーティングする；
- (2) 1つの電磁放射線で活性媒体を持つ層を照射して、1つの形態から他

の形態に転移する；

- (3) 照射済みの層を保護層で覆う。

蛍光層は同じ媒体材料から成っていても又は異なった媒体材料で形成されていてもよい。この状況を図12に示すが、同図から、基板層7で支持され中間層Bで分割された異なった媒体材料A1、A2及びA3から成る蛍光層が積層されているのが分かる。構造体全体は保護層9で覆われている。

図13と14に、本発明に従って製造された光メモリーデバイスの容量がどの

ように増加することが可能であることを示す。この目的のために、2つのすでに製造済みのディスクを、両面に保護コーティング9を有する（図13）その基板側部7を互いに付着させる、すなわち、外部両面に透明な基板側部7を有する（図14）、2つのすでに製造済みのディスクをその保護コーティング側9を互いに付着させることができる。

ディスク領域の少なくとも1部を製造工場での情報記憶用に割り当てれば本発明の長所が生かされる。その他の領域はユーザー自身による情報記憶用に留保しておくことができる。これらの領域にある基本セルは、媒体材料及び／又は照射用放射線のスペクトル（「脱色」するか蛍光を引き起こすかする可能性）によって最大濃度又は最小濃度の蛍光異性形態を包含すべきである。例えば、ユーザーに割り当てられた領域は最大濃度の蛍光形態を持つセルを包含する。蛍光性は脱色することによってこれらのセルの1部で選択的に減少させることが可能であり；このようにして、ユーザー情報が記録される。

また、蛍光層が図15～17に示すように、トラックエラー検出と関連する情報を包含すれば本発明の長所が生かされる。この補助情報はいくつかのパターンに従って層表面上に配置することが可能である。この情報は同心円ライン又は螺旋ラインに沿って置いて、記憶済み情報を持つ基本セル3から分離した

り（図15）又は、これと重ね合わせることができる（図16と17）。図15の蛍光ライン10によって、特定の情報分布のためにセルが局所的に存在しない場合に追尾を可能とする。図16の蛍光ライン10によって、蛍光信号の一定成分が常に0を越えることが保証されるが；これによって追尾の信頼性が増す。蛍光ライン10と蛍光基本セル3はトラックに沿って揺らいだように置かれ；これによって、読み出しピックアップの成分を追尾することによって変調信号を発生する。この変調された信号はデータ信号と比較して周波数は低く、そのため、データ信号を復号化するに先立ってディスク上の位置を定義するために用いられる。

図18を参照すると、3D蛍光メモリーデバイスの読み出し装置が示されている。この装置は、レーザーダイオードや、ランプや、光放出ファイバであったり

する読み出し／書き込み用放射線 1 1 の発生源を含んでいる。二色ビームスプリッタ 1 2 と光学系 1 3 は放射線 1 1 の発生源とアパーチャ 1 4 の間に置かれている。図 1 8 に示す二色ビームスプリッタ 1 2 は読み出し用放射線に対しては透過であり、蛍光放射線に対しては反射性である。二色ビームスプリッタ 1 2 は二色ミラーでも、光学ウエッジでも、ホログラムでも、ファイバカップラ／スプリッタなどであってもよい。対物レンズ 1 5 は、アパーチャ 1 4 と簡略化して多層蛍光ディスクとして示されている 3 D 蛍光メモリーデバイス 2 0 との間に置かれている。対物レンズ 1 3 と 1 5 はレンズとミラーから成る従来の光学系でもよいし、ホログラムや統合光学系などの近代式の光学デバイスでもよい。メモリーデバイス 2 0 の情報層 2 の蛍光セル 3 はレンズ 1 5 の動作距離に（「焦点を合わせて」）調整される。レンズ 1 5 の光学系はさまざまな動作距離に調整して、多くの層 2 から読み出し、球面収差を補償することが可能である。アパーチャ 1 4 は対物レンズ 1 5 の第 2 の動作距離に置かれ

る。受光器 1 6 は対物レンズ 1 3 の第 2 の動作平面上の二色ビームスプリッタ 1 2 の脇に置かれている。受光器 1 6 はフォトダイオードや、フォトマルチプライヤ管や、光子カウントデバイスや、多素子ホトダイオードアレイや、位置感知フォトダイオードなどであってもよい。

上記の機能が上述の実施形態の概念を変更することなく光素子をさまざまに組み合わせることによって実行可能であることが当業者には明らかである。例えば、レンズ 1 3 とビームスプリッタ 1 2 はホログラフ二色レンズで置き換えてもよい。他の例では、素子 1 2 ～ 1 5 をホログラフ二色レンズで置き換えて、光源 1 1 と受光器 1 6 が回折制限された光学インタフェース寸法を持っている。

本発明に従って製造されたメモリーディスクの動作をここで説明する。

ディスクの動作

情報は、参照してここに組み込まれる我々の同時継続中の米国特許出願 U S S N 6 0 / 0 3 2 6 0 号に開示される専用のピックアップ手段でディスクからピックアップされる。この回転式ディスクは、約 1 μm の寸法を有する小さな空間的ボリュームに収束される第 1 の放射線で照射される。この読み出し用放射線は蛍

光セルによって吸収され、これによって蛍光性が引き起こされ、これがピックアップ手段の受光器ユニットによって位置合せされる。蛍光性の値は、照射されたセル内の蛍光媒体の量に対応し、この値はピックアップ手段の適切な電子的構成部品によってデジタル符号に変換される。トラックに沿った隣同士のビット間の距離はトラックピッチより小さいので、ピックアップ手段はトラックのエラーを感知することが可能である。トラックピッチは読み出し用スポットの直径より大きく、したがって、追尾エラーは、誘導された蛍光信号をその最大値(このスポットはトラックの中心線にある)からほとんどゼロ(こ

のスポットはトラック同士間にある)まで減少させる。この信号の振幅は、読み出し用放射ビームがトラックの中心線にない場合には減少する。また、このビームがトラックの中心線と整合していない場合、ピックアップ手段のセンサーによって受光される蛍光の量は異なるということになる。これと同様のエラー検出手順が収束エラー補正用のディスクによってサポートされる。蛍光層同士間の間隔は蛍光層の厚みや読み出し用ビームの非収束パラメータと比較して大きい。ビーム直径は焦点からはずれると増加し、読み出し用ビームの強度は焦点からはずれると減少する。強度が減少すると蛍光性も減少する。その結果、蛍光信号は読み出し用ビームが蛍光層平面から焦点ずれすると減少し、このようにして、収束エラー補正のための情報を提供する。

蛍光 3-D 多層ディスクもまた、例えば層及びトラックアドレス、ビットの最大値及び最小値並びにタイミング同期を含む層のローカルパラメータに関する補助情報を包含していると本発明の長所が生かされる。この情報はディスク全体にわたって、ディスク上の情報に対する高速のアクセス及び探索、自動較正、正確なアナログーデジタル変換又はタイミング回路の自動補正を可能とするに十分なほど頻繁に書き込まれる。

異なった蛍光媒体材料を包含している蛍光多層ディスクは、おのおのが専用の波長で読み出し動作をする複数のピックアップ手段によって読み出すようにしなければならない。このピックアップ手段は、さまざまな吸収スペクトルの蛍光材料の選択励起及び／又はさまざまな媒体材料に応じたさまざまな蛍光スペクトル

の選択的読み出しを提供する。この選択性は、例えば、さまざまな波長で動作する複数の光放出器／受光器、チューニング式光放出器／受光器又は、広帯域光宝珠行き／受光器の前面に置かれたチューニング式フィルタを用いたりする、様々な方法で提供することが可能である。

図18に示す図示の読み出しデバイスの動作を以下に説明する。光源11の読み出し用放射線は二色ビームスプリッタ12を通過して光学レンズ13によって小さなアパーチャ14上に収束される。このアパーチャは空間フィルタとして動作し、これを通過した放射線は回折制限された値に近い。光学レンズ15はこの読み出し用放射線を、多層蛍光ディスク20の情報層2の1つの蛍光セル3中に集中させる。この読み出し用放射線はセル3内の蛍光材料の量に従って蛍光放射線に変換される。この読み出し用放射線のごく一部がディスクの情報層中に吸収される。蛍光はレンズ15によってアパーチャ14上に収集される。レンズ15の焦点内にあるセルから発する放射線は損失無しでアパーチャ14を通過し、他のセルから出た蛍光はアパーチャによって拒絶される。レンズ13はアパーチャ14からの蛍光ビームを二色ビームスプリッタ12上に投射する。ビームスプリッタ12はこのビームを受光器16に反射する。受光器16は、蛍光信号又はセル3内の蛍光材料の量と相関される出力電気信号又は光信号を発生する。収束エラー信号及び追尾エラー信号は、蛍光セル3とデータ層2がレンズ15の焦点からずれている場合に発生される。これは、蛍光セル3が焦点ずれしており、その結果、強度が減少した読み出し用放射線で照射された場合は蛍光は減少するからである。加えて、蛍光セル3がレンズ15の焦点からずれている場合には蛍光放射線のごく一部しかアパーチャ14を通過しなかったからである。収束エラーと追尾エラーに関するさらなる情報は、受光器16が複数区分化されていたり位置感知性であったりすると提供される。蛍光セル3の位置が変化することによって受光器16での蛍光ビームの分布が変化する。

本発明の実験的検証の結果をここで開示する。

第1の媒体材料が異性形態AとBの吸収スペクトルに関して試験されたが、

この試験でこの材料は、厚みが $5\text{ }\mu\text{m}$ の1つの層としてガラス製基板に塗布された。この試験された材料は2,3-ジメチル-1,3-ジフェニル-5,12-ナフタセンキノンとピロリジンを包含しているポリメチルメタクリレート薄膜であった。

書き込み手順は、2つの別々の方法で実行された。異性形態Aは $0.5\text{ }\mu\text{m}$ の波長を持つUV光を照射して異性形態Bに変換された。吸収スペクトル、蛍光スペクトル、蛍光効率、コントラスト及び他のパラメータが測定された。 630 nm のHe-Neレーザービームを読み出し用に用いた。He-Neレーザービーム(630 nm)用のコーティング済みプレートの透過率は、書き込み中に97%から83%に減少した(フレネル損失に対して補償されている)。誘導された蛍光性は書き込み動作中に11倍に増加した。蛍光効率は、濃度の増加した形態Bの基本セルの場合24%と測定された。この低い蛍光効率は、この実験で用いられた材料の純度が低いためであると説明された。効率は、工業等級の純粋な材料と励起用の適切な波長のレーザーダイオードを用いれば改善することが可能である。

第2の方法は、UV放射線とマスクを用いる接触式光印刷法であった。蛍光層に対する接触式光印刷法を用いて、本方法とマスクによる解像度に基づいて決定された $4\text{ }\mu\text{m}$ という値の幅を持つ平行な蛍光ラインを発生した。

第2の媒体材料が、紫外線と可視ビームによって蛍光分子を脱色し、これによって基本セル内の蛍光中心の量を減少させて試験された。用いられた材料は、溶解した蛍光染料と光ラッカーの混合物であった。この材料は、厚み $0.3\sim 1\text{ }\mu\text{m}$ 又は $20\sim 30\text{ }\mu\text{m}$ の複数の層としてスピンコーティングによってガラス基板に塗布された。これら多くの層($10\sim 30$)が1つずつコーティングされ、その結果、多層構造体となった。吸収特性と蛍光特性が測定された。1

μm 厚みの層の吸収率は10%であったが、この値は、波長 630 nm の赤色He-Neレーザーによる照射下での最適化済み3D蛍光ディスクにとっては必要な値である。

蛍光の量子効率はほぼ1と測定された。この蛍光性はピンSi光子ダイオード

を用いて登録され、振幅が1 Vでノイズレベルが1 mVである安定で強力な信号が提供された。実験で用いられたピックアップ集光器の効率は、多層蛍光ディスクの読み出しに用いることが可能な従来のピックアップの効率の100分の1に意図的にされた。これは、搬送波体ノイズ比がこの単純で非最適化された実験でさえも40 dBを越えたことを示す。

第1の書き込み方法は紫外線で蛍光分子を脱色する動作に基づいていた。層は、UV光を用いる接触式光印刷法用のマスクで覆われた。幅4 μm で間隔が4 μm である複数のラインから成るパターンが層上に書き込まれた。このパターンの構造体と寸法はマスク解像度によって定められた。

第2の書き込み方法は、レーザー書き込みに基づいていた。蛍光層内に情報を書き込む操作はレーザー照射によって実行され、その結果、セルの長手方向寸法Lが1 μm 、トラックピッチTpは2 μm となった。4層から成るディスクがこのようにして製造された。層同士間の間隔はこの予備実験では0.1 mmであった。記憶された情報は、900個のビット(3600 μm^2)がプルニックス(Pulnix) CCDカメラを用いて一時にピックアップされたときに、並行読み出し法によって読み出された。ディスクによって発生された蛍光イメージは、倍率400倍の顕微鏡を用いてCCDシリコンアレイ上に投射された。このイメージの高さはディスク平面上で60 μm であり、CCDアレイ平面上で240画素であった(ディスクでは1 μm 当たりCCDが4画素)。蛍光イメージのコントラストは3であり、信号対ノイズ比は100であった。各蛍光

層は、多くの層からは測定できるほどのクロストーク無しでアクセスされた。読み出しは、パターンの劣化はなんら測定されることなく10¹⁰回を超える回数だけ実行される。上記の結果は、本発明によって、3-Dの安定蛍光性光メモリーが製造可能であることを保証するものである。

情報は、630 nmという波長のHe-Neレーザー照射を用いてメモリー中に書き込まれた。情報は低出力赤色レーザーによってメモリーからピックアップされて、優れた信号対ノイズ比と搬送波対ノイズ比を与えた。

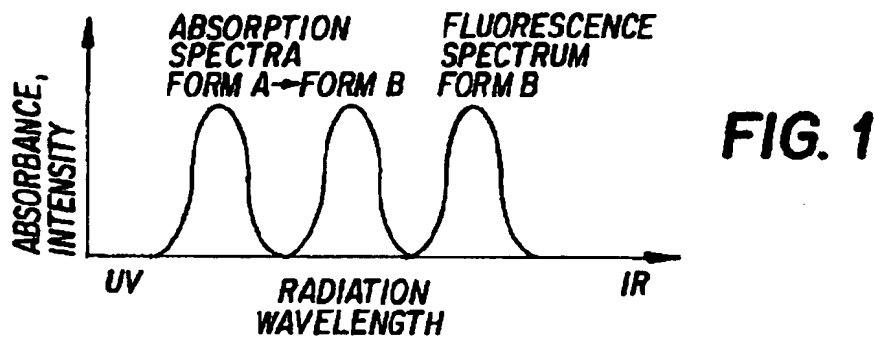
本発明によって示されたように、媒体材料を1光子照射によって3-D光メモリ

一キャリアを製造することが可能である。この照射は、利用可能な低出力レーザーによって非常に容易に実行可能であり、情報は媒体の表面全体にわたって書き込むことが可能である。本発明に従って製造されたメモリーデバイスは向上した記憶容量を有し、情報は回折制限された媒体ボリューム内に記憶されて、バイナリ値と数値のどちらかで表すことが可能である。本発明に従って製造された情報キャリアは使用する際に便利であるが、その理由は、低温での記憶動作を必要とせず、その記憶容量は記録サイクルと読み出しサイクルを多く繰り返しても劣化しないからである。

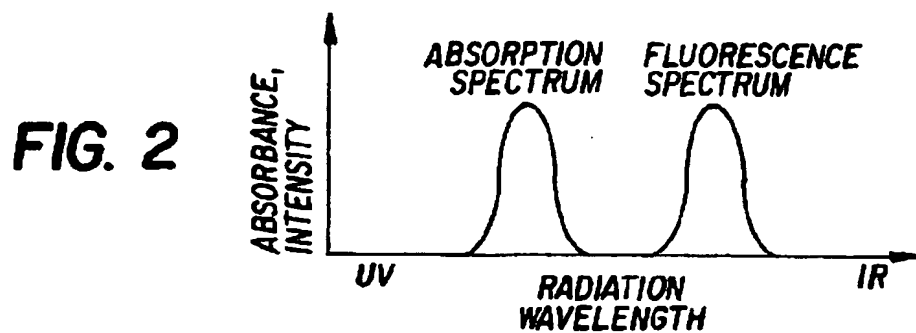
本発明の範囲は添付の請求の範囲によって定義される。

上記の説明、次の請求の範囲及び／又は添付図面で開示される特徴は、別個にと組み合わせての双方の仕方で、様々な形態で本発明を実現するための素材となり得るものである。

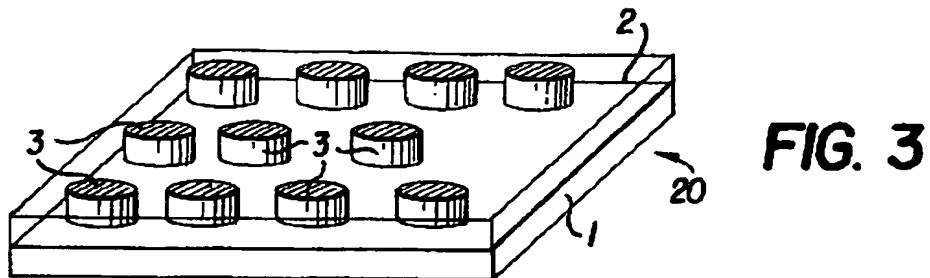
【図 1】



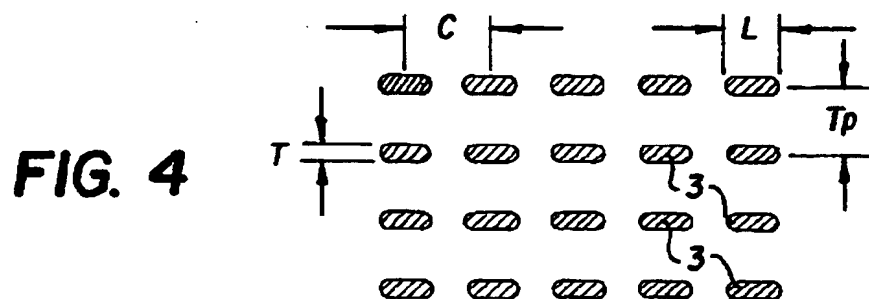
【図 2】



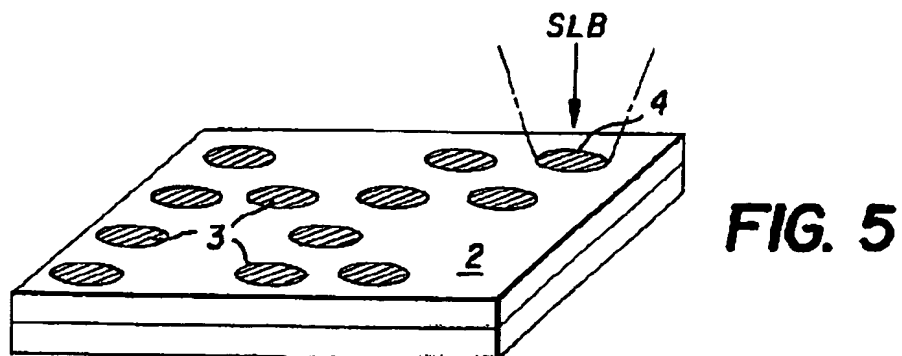
【図3】



【図4】

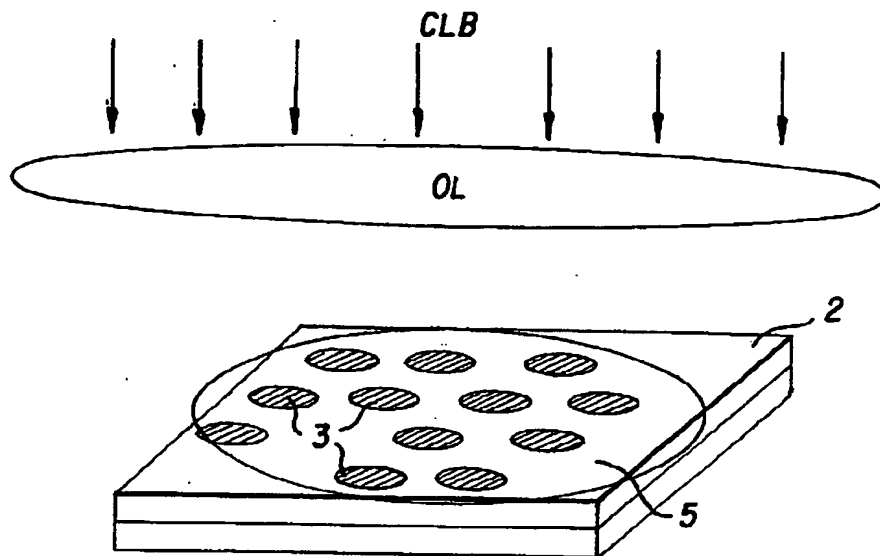


【図5】



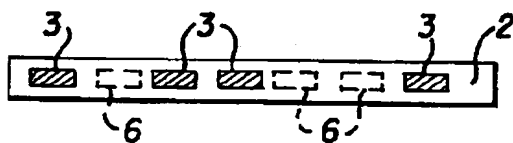
【図6】

FIG. 6



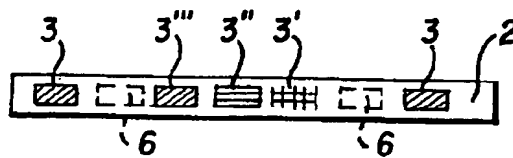
【図7】

FIG. 7

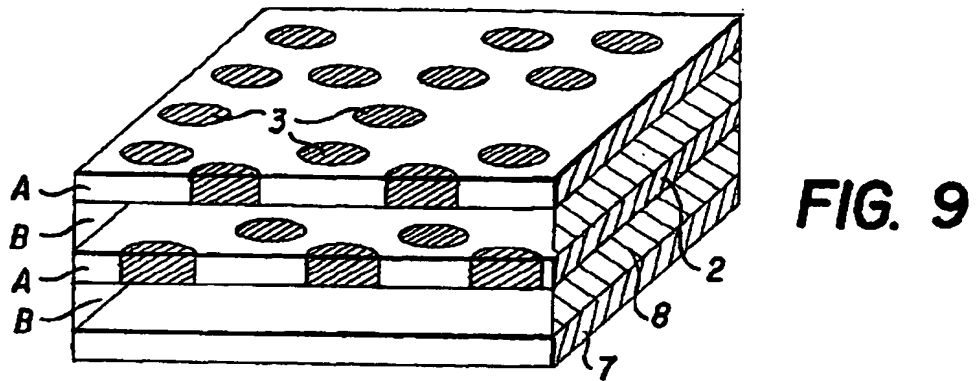


【図8】

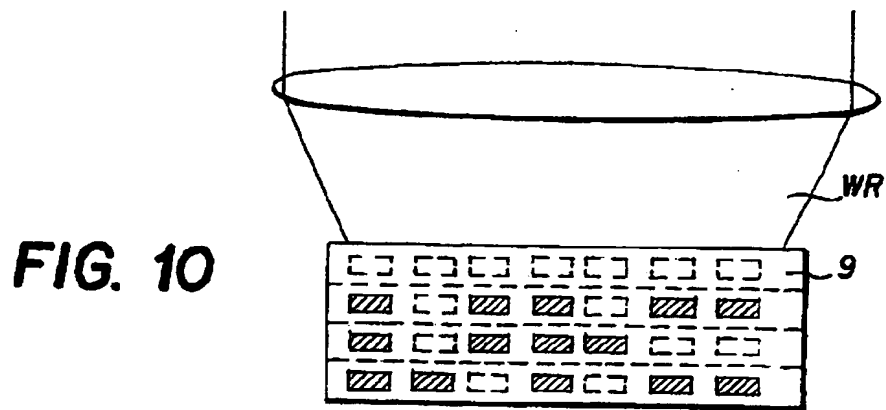
FIG. 8



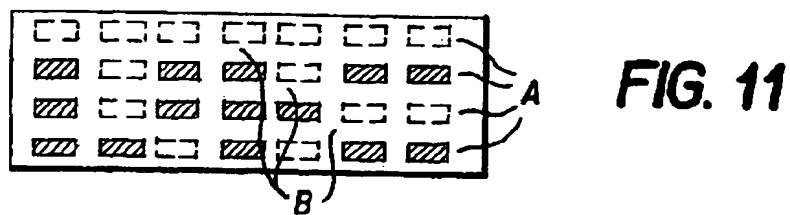
【図9】



【図10】

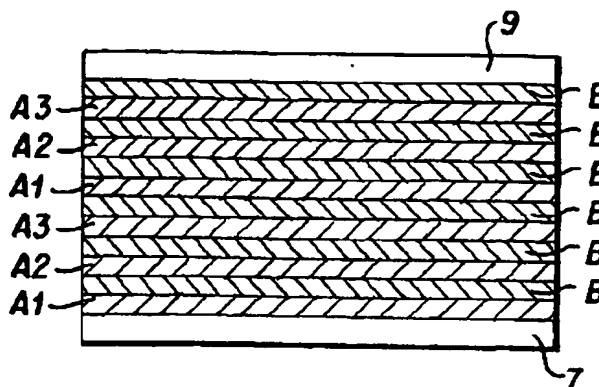


【図11】



【図 1 2】

FIG. 12



【図 1 3】

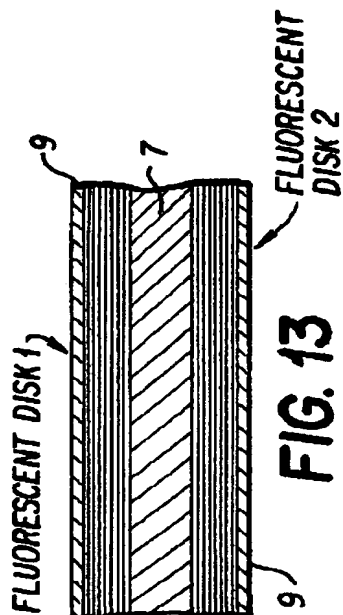
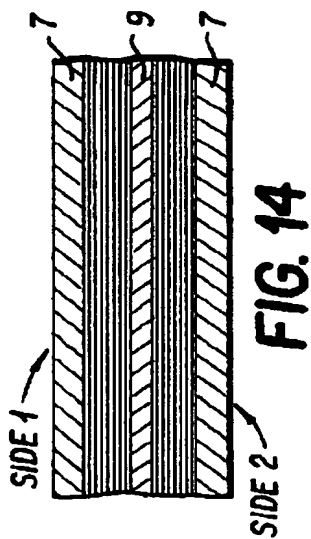
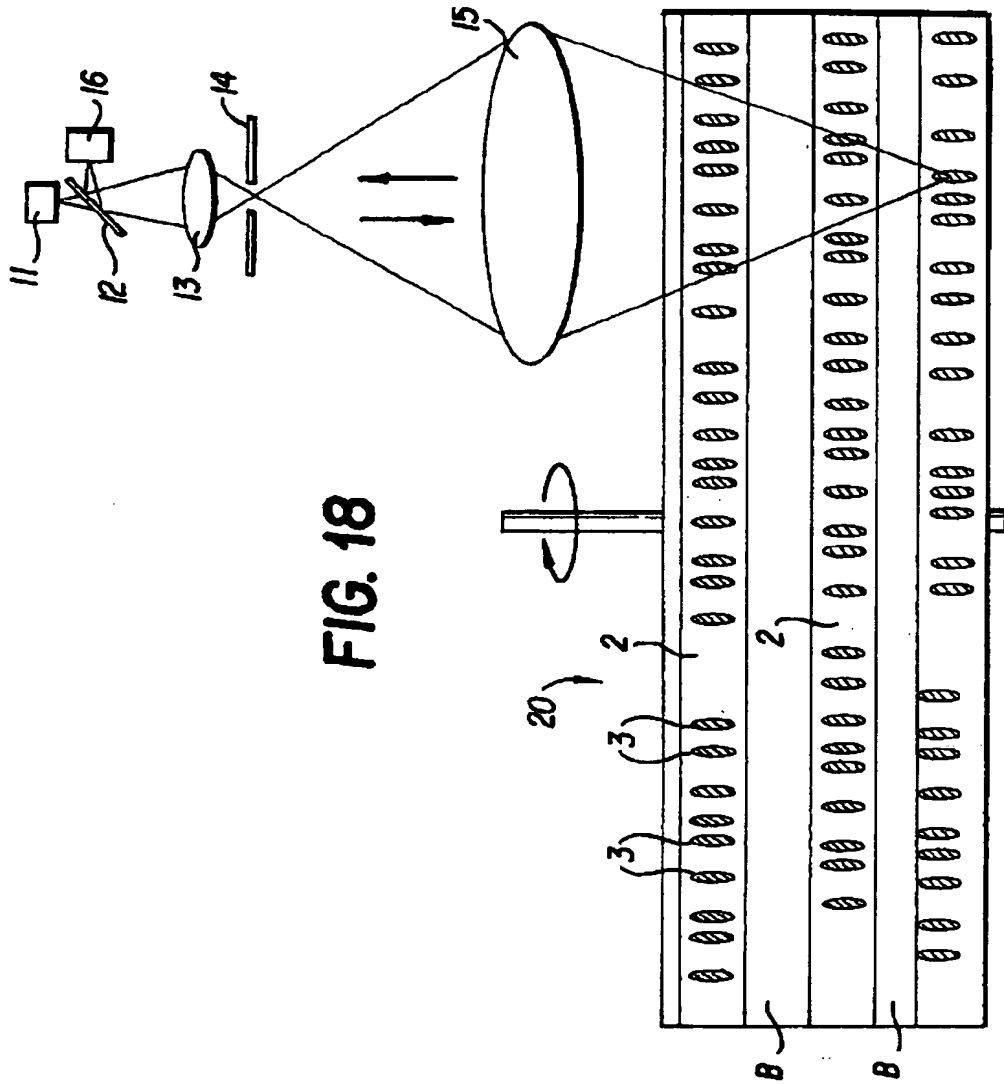


FIG. 13

【図 1 4】



【図18】



【図15】

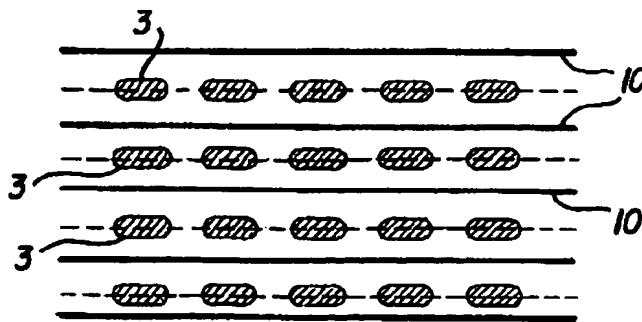


FIG. 15

【図16】

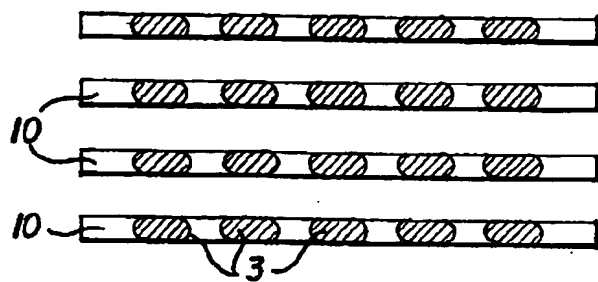


FIG. 16

【図17】

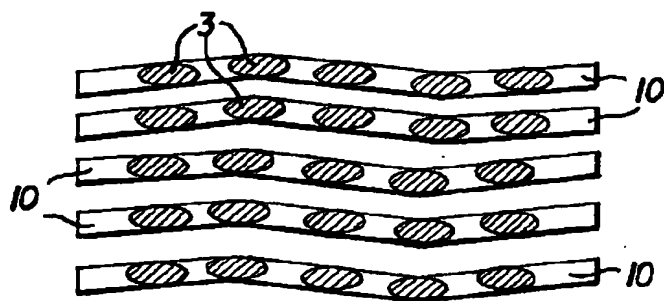


FIG. 17

【国際調査報告】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/US97/21099

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER IPC(6) : G11B 7/24, 7/25 US CL : 430/270.11, 270.15, 139, 321, 945; 369/275.3, 284, 288 According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
B. FIELDS SEARCHED Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) U.S. : 430/270.11, 270.15, 139, 321, 945; 369/275.3, 284, 288 Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched none Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used) APS search terms: fluoresce?, luminesce?, optical, laser, record? storage, storing, memory		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	JP, 61-285451 A (YOSHINO et al) 16 December 1986, abstract and Figs. 1-2.	1-3, 5-9, 28-33, 36, 41
Y		4, 10-27, 34-35, 37-40, 42-51
Y	US 5,278,816 A (RUSSELL) 11 January 1994, abstract, col. 19, lines 29-47, claim 26, and Fig. 16	1-51
Y	US 4,030,926 A (STAHLKE et al) 21 June 1977, abstract and col. 3, line 56 to col. 4, line 47	1-4, 6, 9-24, 26-51
<input type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input type="checkbox"/> See patent family annex.		
* Special categories of cited documents: *A* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance *B* earlier document published on or after the international filing date *L* document which may throw doubt on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) *O* documents referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means *P* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed *T* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention *X* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone *Y* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art *Z* document member of the same patent family		
Date of the actual completion of the international search 19 FEBRUARY 1998		Date of mailing of the international search report 06 MAR 1998
Name and mailing address of the ISA/US Commissioner of Patents and Trademarks Box PCT Washington, D.C. 20231 Facsimile No. (703) 305-3230		Authorized officer JOHN MCPHERSON Telephone No. (703) 308-2302

フロントページの続き

(51)Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テ-マ-ト*(参考)
G 1 1 B 7/24	5 2 2	G 1 1 B 7/26	5 3 1
7/26	5 3 1	B 4 1 M 5/26	Y

(81)指定国 EP(AT, BE, CH, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE), OA(BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, ML, MR, NE, SN, TD, TG), AP(GH, KE, LS, MW, SD, SZ, UG, ZW), EA(AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, CA, CH, CN, CU, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, GB, GE, GH, HU, ID, IL, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MD, MG, MK, MN, MW, MX, NO, NZ, PL, PT, RO, RU, SD, SE, SG, SI, SK, SL, TJ, TM, TR, TT, UA, UG, US, UZ, VN, YU, ZW